

dr hab. Mariusz Duplaga

*Zakład Promocji Zdrowia, Instytut Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu,
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum*

mariusz.duplaga@uj.edu.pl

lic. Katarzyna Szulc

*Studenckie Koło Naukowe Promocji Zdrowia, Instytut Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o
Zdrowiu, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum*

szulc1997k@gmail.com

TELEMONITOROWANIE W CHOROBAH PRZEWLEKŁYCH: DOSTĘPNE ROZWIĄZANIA I PRZEGLĄD BADAŃ NAD SKUTECZNOŚCIĄ

Wprowadzenie

Choroby przewlekłe mają długotrwały charakter i często towarzyszą pacjentowi do końca jego życia, nawet jeśli nie są przyczyną jego śmierci. Długotrwały przebieg powoduje, że pacjent wymaga ciągłej kontroli i wsparcia od systemu ochrony zdrowia. A to z kolei, przyczynia się do znaczącego obciążenia systemu powtarzanymi wizytami, konsultacjami, a w razie zaostrzeń, wizytami w placówkach pomocy doraźnej i nawet hospitalizacjami. Choroby przewlekłe są obecnie głównym obciążeniem dla systemów ochrony zdrowia w krajach rozwiniętych. Stąd, wśród postulatów formułowanych w stosunku do systemu ochrony zdrowia, który powinien sobie radzić z opieką nad pacjentami z chorobami przewlekłymi, znajdują się takie wymagania, jak ciągłość opieki, ale także współdzielona opieka czy też usamodzielnienie pacjenta, a to wszystko przy zachowaniu odpowiedniej jakości opieki i bezpieczeństwie pacjenta i, jeśli to możliwe, przy ograniczonych kosztach leczenia.

Jeśli popatrzymy na ewolucję systemów telemedycznych i e-zdrowotnych, to nie trudno zauważyć, że rozwój tego typu technologii wynikał z poszukiwania strategii i narzędzi, które pozwolą skutecznie odpowiedzieć przynajmniej na część z opisanych powyżej postulatów. Wczesne systemy telemedyczne powstawały w wyniku starań wąskiego grona entuzjastów chcących pokazać światu możliwość wykorzystania nowych technologii informacyjnych i komunikacyjnych w medycynie, bardzo szybko jednak te zastosowania zaczęto oceniać z punktu widzenia ich przydatności dla poprawy dostępu do usług zdrowotnych czy też usprawnienia procesu dystrybucji tych usług w poszczególnych społecznościach.

Możliwość wykorzystania systemów teleinformatycznych do wsparcia pacjentów z chorobami przewlekłymi została urealniona w wyniku rozwoju technologii internetowych, a

później mobilnych. Powszechny dostęp do Internetu, to nie tylko rewolucja w sensie możliwości korzystania z informacji i usług, to także demokratyzacja korzystania z takich zasobów. Dla pacjentów z chorobami przewlekłymi, którzy stanowią znaczącą, a ze względu na trendy demograficzne, ciągle zwiększającą się część populacji, to także okazja do uzyskania ciągłej i wszechstronnej opieki.

Sam proces monitorowania przebiegu choroby przewlekłej, niezależnie od tego czy zastosujemy narzędzia technologiczne czy nie, jest jednym z kluczowych elementów opieki medycznej. Znajduje to odzwierciedlenie w międzynarodowych wytycznych mających ułatwić podejmowanie racjonalnych decyzji lekarzom praktykom, a także innym pracownikom ochrony zdrowia. Od kiedy pojawiło się wiele rozwiązań ułatwiających pacjentowi rejestrowanie i przysyłanie wyników samoobserwacji i odczytów z urządzeń umożliwiających powtarzalne pomiary wybranych parametrów fizjologicznych, zastosowanie systemów e-zdrowotnych do monitorowania przebiegu chorób przewlekłych stało się istotnym elementem opieki w wielu systemach ochrony zdrowia.

1. Telemonitorowanie chorób przewlekłych

Telemonitorowanie oznacza zastosowanie przekazu audio, wideo i innych technologii telekomunikacyjnych do monitorowania stanu pacjenta na odległość. Architektura systemów telemedycznych, w tym systemów telemonitorowania wykorzystywanych w opiece nad pacjentami z chorobami przewlekłymi, składa się zwykle z trzech warstw¹. Pierwsza warstwa to urządzenia zawierające czujniki, które rejestrują parametry fizjologiczne, np. wysycenie krwi tętniczej tlenem albo sygnał EKG. Z tych urządzeń sygnał za pośrednictwem protokołów sieci lokalnych (Local Area Network, LAN) lub bezprzewodowych sieci obszaru ciała (Wireless Body Area Network, WBAN) trafia do drugiej warstwy, którą zwykle stanowi osobista bramka (*gateway*), np. telefon komórkowy lub notebook. Z niej dane są przysyłane za pośrednictwem sieci rozległej (Wide Area Network, WAN), np. Internetu, sieci komórkowej albo telefonii stacjonarnej, do systemu informatycznego po stronie świadczeniodawcy, tworzącego trzecią warstwę².

¹ O.S. Albahri, A.S. Albahri, K.I. Mohammed, A.A. Zaidan i wsp., *Systematic review of real-time remote health monitoring system in triage and priority-based sensor technology: Taxonomy, open challenges, motivation and recommendations*, „Journal of Medical Systems” 2018, Nr 42(5), s. 80.

² Ibidem.

Rozwiązania służące do telemonitorowania chorób przewlekłych opierają się zwykle na zastosowaniu urządzeń zawierających czujniki rejestrujące wybrane, istotne dla danej choroby, wskaźniki, np. poziom glikemii w cukrzycy czy wysycenie krwi tętniczej tlenem w zaawansowanej przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc (POChP). Część urządzeń tego typu działa autonomicznie bez udziału pacjenta, część wymaga uruchomienia urządzenia i dokonania pomiaru. Należy pamiętać, że czujniki mogą być też zainstalowane w środowisku domowym po to, aby monitorować zjawiska istotne z punktu widzenia stanu zdrowia mieszkańca, np. codzienne aktywności lub jego mobilność³. Jedną z dostępnych klasyfikacji aktywności i zjawisk, które można monitorować w systemach medycznych, wyróżnia aktywności fizjologiczne, np. akcję serca, aktywność mózgu i mięśni; aktywności mentalne, np. pamięć, rozumienie, osąd; aktywności związane z poruszaniem się, np. chodzenie, bieganie, wstawanie, siedzenie, leżenie; aktywności codziennego życia, np. posiłki, ubieranie się, czynności związane z higieną osobistą oraz instrumentalne aktywności codzienne takie jak przygotowanie posiłku, sprząatanie, przyjmowanie leków⁴.

W pierwszych systemach telemonitorowania w chorobach przewlekłych wykorzystywano stacjonarne linie telefoniczne⁵. Wraz z rozwojem technologii bezprzewodowych, zaczęto je także powszechnie stosować w systemach medycznych. Zastosowanie mobilnych rozwiązań bezprzewodowych dało początek obszarowi e-zdrowia określanemu jako m-zdrowie. Jedną z pierwszych definicji m-zdrowia zaproponowali Istepanian i Lacal⁶. Według tych autorów m-zdrowie to wykorzystanie telekomunikacji i technologii multimedialnych w mobilnych i bezprzewodowych systemach świadczenia usług zdrowotnych⁷.

Obecnie, systemy telemonitorowania integrują przetwarzanie bez granic (*ubiquitous computing*) i technologie komunikacyjne. Można w nich wyróżnić trzy komponenty: wykrywanie (*sensing*), komunikację i przetwarzanie danych⁸. Nie są to już proste aplikacje

³ L. Liu, E. Stroulia, I. Nikolaidis, A. Miguel-Cruz i wsp., *Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: A systematic review*, „International Journal of Medical Informatics” 2016, Nr 91, s. 44-59.

⁴ H. Mshali, T. Lemlouma, M. Moloney, D. Magoni, *A survey on health monitoring systems for health smart homes*, „International Journal of Industrial Ergonomics” 2018, Nr 66, s. 26-56.

⁵ I. Warner, *Telemedicine applications for home health care*, „Journal of Telemedicine and Telecare” 2017, Nr 3(Suppl 1), s. 65-66.

⁶ R.S. Istepanian, J.C. Lacal, *Emerging mobile communication technologies for health: some imperative notes on m-health*, [w:] *Proceedings of the 25 th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2003, Nr 2, s. 1414-1416.

⁷ Ibidem.

⁸ H. Mshali, T. Lemlouma, M. Moloney, D. Magoni, *A survey...*, op. cit., s. 26-56.

pozwalające na przesłanie danych z urządzenia sensorycznego do świadczeniodawcy, ale złożone systemy pozwalające na udział i interakcję różnych użytkowników, pacjentów, ich opiekunów, formalnych i nieformalnych, a także przedstawicieli różnych zawodów zatrudnionych w organizacji świadczeniodawcy w systemie ochrony zdrowia, np. lekarzy różnych specjalności, pielęgniarek czy fizjoterapeutów.

2. Czujniki bezprzewodowe i urządzenia ubieralne

Istotnym elementem systemów telemonitorowania wykorzystywanych w ochronie zdrowia są urządzenia ubieralne (ang. *wearables*). Są to elementy elektroniczne zawierające mikroprocesor i mające możliwość komunikacji bezprzewodowej, noszone przez użytkownika jako niezależne urządzenia, jako części ubrania, jako implanty czy nawet jako tatuaż na skórze. Do urządzeń ubieralnych należą też połykalne kapsułki wykorzystywane w diagnostyce chorób przewodu pokarmowego. Technologie ubieralne są definiowane jako inteligentne, nisko kosztowe urządzenia sensoryczne zaprojektowane w celu realizacji usług wymagających gromadzenia dużych ilości danych medycznych, umieszczane na lub wewnątrz ciała, w celu wsparcia użytkowników⁹. Rozwój technologii ubieralnych przyspieszył wraz z ekspansją sieci bezprzewodowych. Warto pamiętać, że technologie ubieralne znajdują zastosowanie nie tylko w ochronie zdrowia, ale także w wielu innych obszarach m.in. w rekreacji, rozrywce i komunikacji.

Alrige i Chatterjee zaproponowali taksonomię urządzeń ubieralnych wykorzystywanych w ochronie zdrowia opierającą się na trzech wymiarach: obszarze zastosowań, funkcjonalności i postaci¹⁰. Wśród obszarów zastosowań wyróżnili oni monitorowanie, technologie wspomagające, prewencję chorób i komunikację. Wymiar funkcjonalności obejmuje dwie opcje: pojedynczą lub liczne funkcje w zależności od tego ile parametrów jest mierzonych przez urządzenie ubieralne. Jeśli chodzi o formę tego typu urządzeń, to wyróżniono cztery postacie: akcesoria, części garderoby, urządzenia implantowalne i urządzenia przenośne. Akcesoria są wykorzystywane do wsparcia stylu życia. Jako przykłady wymienia się smartwatche, inteligentne okulary albo inteligentne buty. Przykładami urządzeń przenośnych jest smartfon i

⁹ M. Chan, D. Estève, J.-Y. Fourniols, C. Escriba i wsp., *Smart wearable systems: Current status and future challenges*, „Artificial Intelligence in Medicine” 2012, Nr 56, s. 137–156; M. Alrige, S. Chatterjee, *Toward a taxonomy of wearable technologies in healthcare*, [w:] B. Donnellan, M. Helfert, J. Kenneally, D. VanderMeer, M. Rothenberger, R. Winter, (red.), *New Horizons in Design Science: Broadening the Research Agenda. DESRIST 2015. Lecture Notes in Computer Science*, Nr 9073. Springer, Cham, 2015, s. 496-504.

¹⁰ Ibidem.

kamera wideo z mikrofonem. Inteligentne części garderoby albo tzw. e-tkaniny są wykorzystywane do zbierania danych fizjologicznych, ale także danych o innym charakterze, np. o mobilności użytkownika. Urządzenia implantowalne są projektowane w taki sposób, aby można je było umieścić wewnątrz ciała człowieka. Przykładem tego typu urządzeń są czujniki do monitorowania poziomu glukozy wykorzystywane w leczeniu cukrzycy¹¹.

3. Przydatność i skuteczność systemów telemonitorowania

Dostępnych jest wiele opracowań dotyczących przydatności systemów telemonitorowania w leczeniu chorób przewlekłych. Tutaj omówiono wyniki tylko najnowszych przeglądów systematycznych i meta-analiz w których oceniano skuteczność telemonitorowania w przypadku wybranych, typowych chorób przewlekłych, opublikowanych w latach 2018-2019. Wynikało to z założenia, że porównania skuteczności telemonitorowania z tzw. „zwykłą opieką” uwzględnione we wcześniejszych syntezach dowodów, zostały objęte także przeglądami systematycznymi, które ukazały się ostatnio. Warto podkreślić, że mimo dużego zainteresowania wykorzystaniem systemów e-zdrowia w poszczególnych obszarach opieki nad pacjentami z chorobami przewlekłymi, w wielu przypadkach wyniki zastosowania telemonitorowania nie są jednoznaczne w odniesieniu do oczekiwanych korzyści.

Skuteczność systemów telemonitorowania jest oceniana w odniesieniu do wielu wskaźników mających charakter zarówno kliniczny jak i pozakliniczny. W 2018 roku został opublikowany przegląd kryteriów używanych do oceny nieinwazyjnych systemów telemonitorowania stosowanych u pacjentów z niewydolnością serca aż od 1990 roku¹². Autorzy tego przeglądu w 128 artykułach dotyczących tej problematyki zidentyfikowali aż 52 kryteria. Wyróżnili oni 6 rodzajów kryteriów: kliniczne, ekonomiczne, związane z perspektywą użytkownika, edukacyjne, organizacyjne i techniczne. Kryteria kliniczne i ekonomiczne były oceniane w ponad 70% badań, natomiast pozostałe poza związanym z perspektywą użytkownika, w mniej niż 15%. W poniższym omówieniu skuteczności systemów telemonitorowania w poszczególnych schorzeniach przewlekłych skupiano się przede wszystkim na wskaźnikach klinicznych.

¹¹ K. Scholten, E. Meng, *A review of implantable biosensors for closed-loop glucose control and other drug delivery applications*, „International Journal of Pharmaceutics” 2018, Nr 544(2), s. 319-334.

¹² T. Farnia, M.C. Jaulent, O. Steichen, *Evaluation criteria of noninvasive telemonitoring for patients with heart failure: systematic review*, „Journal of Medical Internet Research” 2018, Nr 20(1), e16.

Należy także podkreślić, że poniższa prezentacja najnowszych podsumowań obejmuje tylko wybrane schorzenia przewlekłe, zwykle takie, które nie tylko mają duże znaczenie społeczne, ale także można w nich wyróżnić dobrze zdefiniowane parametry wymagające długotrwałej kontroli i monitorowania. Nie uwzględniano opracowań, w których wykorzystanie systemów e-zdrowia polegało raczej na realizacji działań terapeutycznych, np. polegających na psychoterapii albo fizjoterapii, a nie na transmisji parametrów fizjologicznych lub samodzielnych obserwacji pacjenta.

3.1. Niewydolność serca

Ocena skuteczności zdalnego monitorowania u pacjentów z niewydolnością serca była przedmiotem wielu przeglądów systematycznych i meta-analiz opublikowanych w ostatniej dekadzie. W samym tylko 2018 roku ukazało się kilka opracowań mających charakter syntezy dowodów z tego zakresu.

Porównanie opieki opierającej się na wykorzystaniu telemonitorowania ze zwykłą opieką było celem przeglądu systematycznego i meta-analizy przeprowadzonej przez Yuna i wsp.¹³. Skuteczność telemonitorowania określano w oparciu o takie kryteria jak umieralność, hospitalizacje i wizyty w oddziałach pomocy doraźnej oraz wskaźniki raportowane przez pacjentów. Łącznie analizie poddano 37 randomizowanych badań klinicznych z grupą kontrolną (RBKGK), ale liczba badań uwzględnionych w ocenie poszczególnych wskaźników skuteczności była różna (od 24 badań uwzględniających umieralność z wszystkich przyczyn do 5 badań, w których oceniano umieralność z powodu niewydolności serca). Meta-analiza wykazała, że telemonitorowanie prowadziło do zmniejszenia umieralności z wszystkich przyczyn i z powodu niewydolności serca. Telemonitorowanie prowadziło do znaczących korzyści wtedy gdy dokonywano transmisji co najmniej 3 parametrów lub gdy transmisja była przeprowadzana codziennie. Zmniejszenie umieralności obserwowano także w przypadku badań, w których monitorowano subiektywne objawy zgłaszane przez pacjenta, przestrzeganie zaleceń dotyczących farmakoterapii i zmiany przepisane leczenia.

Pekmezaris i wsp. przygotowali przegląd systematyczny połączony z meta-analizą RBKGK mających na celu ocenę skuteczności telemonitorowania w warunkach domowych u pacjentów z niewydolnością serca w odniesieniu do zmniejszenia umieralności i

¹³ J.E. Yun, J.E. Park, H.Y. Park, H.Y. Lee i wsp., *Comparative Effectiveness of Telemonitoring Versus Usual Care for Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis*, „Journal of Cardiac Failure” 2018, Nr 24(1), s. 19-28.

hospitalizacji¹⁴. Ostatecznie w przeglądzie uwzględniono 26 badań. Telemonitorowanie w warunkach domowych prowadziło do zmniejszenia umieralności z wszystkich przyczyn i z powodu niewydolności serca po 180, ale już nie po 365 dniach. Autorzy przeglądu nie stwierdzili znaczącego wpływu telemonitorowania na hospitalizację z wszystkich przyczyn ani po 90 ani po 180 dniach. Nie stwierdzili oni także znaczącego efektu na hospitalizacje związane z niewydolnością serca po 180 dniach. Natomiast telemonitorowanie było związane ze znacząco większą szansą wizyty w oddziale pomocy doraźnej w 180 dniu od rozpoczęcia interwencji¹⁵.

Tse i wsp. przeprowadzili meta-analizę RBKGK i badań obserwacyjnych aby ocenić skuteczność telemonitorowania i monitorowania hemodynamicznego w zmniejszaniu częstości hospitalizacji wśród pacjentów z niewydolnością serca¹⁶. W systemach telemonitorowania wykorzystanych w analizowanych badaniach, w różnej konfiguracji, poza subiektywnymi objawami opisywanymi przez pacjentów i przestrzeganiem przyjmowania leków, rejestrowano ciśnienie krwi, częstość akcji serca, masę ciała i diurezę. Do zdalnego monitorowania hemodynamicznego zostały wykorzystane wszczepialne urządzenia sensoryczne pozwalające na pomiar ciśnienia w tętnicy płucnej, w prawym przedsionku albo w lewym przedsionku¹⁷. Poszukiwania nowych form monitorowania hemodynamicznego wynikają z opóźnienia pomiędzy wystąpieniem przeładowania płynami układu krążenia i zmianami nieinwazyjnych wskaźników np. objawów subiektywnych albo masy ciała. Do najbardziej popularnych monitorów należą urządzenia: CardioMEMS HF System (Abbott, Sylmar, California, USA), Chronicle (Medtronic, Inc., Minneapolis, Minnesota, USA) i HeartPOD (Abbott, Sylmar, California, USA). Tse i wsp. objęli analizą 6 badań kohortowych i 55 RBKGK przeprowadzonych z udziałem 31 501 pacjentów, których objęto opieką opartą na telemonitorowaniu oraz 4 badania kohortowe i 3 RBKGK, z udziałem 4 831 pacjentów, u których zastosowano bezprzewodowe monitorowanie hemodynamiczne. Wyniki uzyskane w tym badaniu były bardziej optymistyczne niż w badaniu Pekmezaris i wsp.¹⁸, gdyż zmniejszenie ryzyka hospitalizacji stwierdzono w przypadku zastosowania obydwu rodzajów

¹⁴ R. Pekmezaris, L. Torte, M. Williams, V. Patel i wsp., *Home Telemonitoring In Heart Failure: A Systematic Review And Meta-Analysis*, „Health Affairs” 2018, Nr 37(12), s. 1983-1989.

¹⁵ Ibidem.

¹⁶ G. Tse, C. Chan, M. Gong, L. Meng i wsp., *Telemonitoring and hemodynamic monitoring to reduce hospitalization rates in heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and real-world studies*, „Journal of Geriatric Cardiology” 2018, 1 Nr 5(4), s. 298.

¹⁷ W.T. Abraham, L. Perl, *Implantable hemodynamic monitoring for heart failure patient*, „Journal of the American College of Cardiology” 2017, Nr 70(3), s. 389-398.

¹⁸ R. Pekmezaris, L. Torte, M. Williams, V. Patel i wsp., *Home Telemonitoring...*, op. cit., s. 1983-1989.

systemów zarówno w perspektywie krótko- (do 6 miesięcy) jak i długoterminowej (co najmniej 12 miesięcy).

3.2. Nadciśnienie tętnicze

Meta-analiza opublikowana w 2019 roku przez Choi i wsp. wykazała, że wprowadzenie telemonitorowania prowadziło do statystycznie istotnego zmniejszenia skurczowego ciśnienia krwi, ale różnica w stosunku do zwykłej opieki nie była znacząca dla unikania powikłań sercowo-naczyniowych¹⁹. W przypadku rozkurczowego ciśnienia krwi stwierdzono jeszcze mniejszą różnicę, także bez znaczenia dla unikania powikłań. Należy podkreślić, że analiza dotyczyła tylko pacjentów mieszkających na terenach miejskich. Opisane tutaj wyniki nie są zbyt optymistyczne, ale warto podkreślić, że wcześniejsze przeglądy wydają się wskazywać na istotniejszą redukcję ciśnienia krwi po zastosowaniu telemonitorowania²⁰.

3.3. Cukrzyca

W 2018 roku został opublikowany przegląd systematyczny połączony z meta-analizą badań w których porównywano leczenie cukrzycy typu 2 opierające się na wykorzystaniu telemonitorowania i zwykłej opieki²¹. Przeglądem objęto 38 badań, w których wzięło udział 6855 pacjentów. Okazało się, że opieka opierająca się na zastosowaniu telemonitorowania w przeciwieństwie do zwykłej opieki prowadziła do znaczącego obniżenia poziomu hemoglobiny glikowanej (HbA1c). Taki efekt obserwowano w przypadku systemów opierających się na transmisji danych fizjologicznych z urządzeń połączonych z Internetem zarówno w przypadku werbalnych komunikatów przekazywanych natychmiast albo codziennie, jak i w przypadku zapewnienia szerszego poradnictwa. Ponadto, korzystny efekt stwierdzono w przypadku systemów uwzględniających monitorowanie przestrzegania zaleceń, zapewniających poradnictwo, edukację i komunikaty alarmowe. Meta-analiza potwierdziła także znaczące statystycznie zmniejszenie skurczowego ciśnienia krwi i wskaźnika masy ciała (body mass index, BMI), ale wielkość zmiany tych wskaźników była nieznaczna.

¹⁹ W.S. Choi, J.H. Choi, J. Oh, I.S. Shin i wsp., *Effects of Remote Monitoring of Blood Pressure in Management of Urban Hypertensive Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis*, „Telemedicine and e-Health” 2019, [w druku, dostępny online]

²⁰ R. Purcell, S. McInnes, E.J. Halcomb, *Telemonitoring can assist in managing cardiovascular disease in primary care: a systematic review of systematic reviews*, „BMC family practice” 2014, Nr 15(1), s. 43.

²¹ Y. Kim, J.E. Park, B.W. Lee, C.H. Jung i wsp., *Comparative effectiveness of telemonitoring versus usual care for type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis*, „Journal of Telemedicine and Telecare” 2018 [w druku].

W 2018 roku, został także opublikowany przegląd systematyczny cyfrowych interwencji ukierunkowanych na wsparcie pacjentów z cukrzycą typu 2 ze słabo kontrolowanym poziomem glikemii²². Wykazał on, że także wśród takich pacjentów zastosowanie interwencji internetowych prowadziło do znaczącego zmniejszenia poziomu HbA1c.

3.4. Astma oskrzelowa

W 2017 roku ukazał się meta-przegląd ukierunkowany na ocenę przydatności technologii telemedycznych do wspierania samodzielności pacjentów z chorobami przewlekłymi, w którym uwzględniono także pacjentów z astmą oskrzelową²³. Wyniki tego opracowania w przypadku astmy oskrzelowej nie były jednoznaczne, ale w żadnym z przeglądów objętych meta-przeglądem nie stwierdzono gorszych wyników po zastosowaniu telemonitorowania. Natomiast większą poprawę obserwowano po zastosowaniu bardziej intensywnych i złożonych interwencji wykorzystujących narzędzia telemedyczne.

Opublikowany w tym roku przegląd systematyczny miał na celu ocenę skuteczności telemonitorowania w leczeniu dzieci i młodzieży z astmą oskrzelową²⁴. W analizie uwzględniono 8 RBKGK. Wykazała ona, że wskaźnik opanowania objawów i liczba zaostrzeń choroby nie różniły się znacząco pomiędzy zwykłą opieką i uwzględniającą telemonitorowanie. Autorzy przeglądu stwierdzili natomiast, że zastosowanie telemonitorowania prowadziło do poprawy przestrzegania zaleceń dotyczących przyjmowania leków.

Natomiast przegląd przygotowany przez Jeminiwę i wsp. i opublikowany także w tym roku wykazał, że największą poprawę w przestrzeganiu zaleceń terapeutycznych uzyskiwano w wyniku zastosowania interwencji m-zdrowotnych z elementami telemonitorowania²⁵.

²² M.M. Kebede, H. Zeeb, M. Peters, T.L. Heise i wsp., *Effectiveness of digital interventions for improving glycemic control in persons with poorly controlled type 2 diabetes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression analysis*, „Diabetes Technology & Therapeutics” 2018, Nr 20(11), s. 767-782.

²³ P. Hanlon, L. Daines, C. Campbell, B. McKinstry i wsp., *Telehealth interventions to support self-management of long-term conditions: a systematic metareview of diabetes, heart failure, asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and cancer*, „Journal of Medical Internet Research” 2017, Nr 19(5), e172.

²⁴ Y. Jung, J. Kim, D.A. Park, *Effectiveness of Telemonitoring Intervention in Children and Adolescents with Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis*, „Journal of Korean Academy of Nursing” 2018, Nr 48(4), s. 389-406.

²⁵ R. Jeminiwa, L. Hohmann, J. Qian, K. Garza i wsp., *Impact of eHealth on medication adherence among patients with asthma: A systematic review and meta-analysis*, „Respiratory Medicine” 2019, Nr 149, s. 59-68.

3.5. Przewlekła choroba obturacyjna płuc (POChP)

W 2018 roku ukazał się przegląd systematyczny połączony z meta-analizą przygotowany przez Sula i wsp.²⁶. Miał on na celu określenie skuteczności telemonitorowania w porównaniu do zwykłej opieki w POChP. W badaniu uwzględniono 28 RBKGK. Z przeprowadzonej analizy wynika, że pomiędzy obydwooma formami leczenia nie było różnic co do zagrożenia wystąpieniem zaostrzenia choroby (6 badań) i umieralności (7 badań). Natomiast analiza w podgrupach wykazała, że telemonitorowanie prowadziło do zmniejszenia częstości zaostrzeń wtedy gdy interwencja trwała dłużej niż 6 miesięcy lub gdy monitorowana była czynność płuc. Nie obserwowano różnic w zakresie zmiennych zgłaszanych przez pacjenta (np. jakości życia, nasilenia duszności) ani w zakresie użycia zasobów ochrony zdrowia (długość i liczba hospitalizacji, liczba wizyt w jednostkach pomocy doraźnej).

Hong i Lee także przygotowali przegląd i meta-analizę artykułów dotyczących wpływu telemonitorowania na skuteczność POChP²⁷. W analizie uwzględniono 27 artykułów które zostały opublikowane do kwietnia 2017 roku. Wynika z niej, że telemonitorowanie prowadziło do istotnego zmniejszenia wizyt w jednostkach pomocy doraźnej i hospitalizacji (co najmniej o 10%). Analiza przeprowadzona w podgrupach wykazała, że telemonitorowanie było bardziej skuteczne w zmniejszaniu wizyt w jednostkach pomocy doraźnej i hospitalizacji w przypadku chorych z ciężkimi postaciami choroby niż umiarkowanymi.

Podsumowanie

Długotrwała kontrola wybranych parametrów fizjologicznych oraz wyników samooceny lub samodzielnie realizowanych przez pacjenta pomiarów jest podstawą skutecznego leczenia w wielu chorobach przewlekłych. Często są to schorzenia wywierające znaczący wpływ na stan zdrowotności społeczeństwa, a także na obciążenia ekonomiczne dla systemu ochrony zdrowia. Wprowadzenie systemów e-zdrowia pozwalających na zdalne monitorowanie stanu zdrowia pacjenta daje szansę na usprawnienie procesu opieki, większą współpracę ze strony pacjenta, a także w wielu przypadkach na poprawę skuteczności leczenia i ograniczenie korzystania z zasobów ochrony zdrowia. Wyniki porównania opieki wykorzystującej telemonitorowanie i

²⁶ A.R. Sul, D.H. Lyu, D.A. Park, *Effectiveness of telemonitoring versus usual care for chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis*, „Journal of Telemedicine and Telecare” 2018 [w druku].

²⁷ Y. Hong, S.H. Lee, *Effectiveness of tele-monitoring by patient severity and intervention type in chronic obstructive pulmonary disease patients: A systematic review and meta-analysis*, „International Journal of Nursing Studies” 2019, Nr 92, s. 1-15.

zwykłej opieki nie zawsze są jednak jednoznaczne. W poszczególnych chorobach przewlekłych obserwuje się także różnice co do tego jak wskaźniki skuteczności udaje się poprawić.

Literatura

- [1] Abraham W.T., Perl L., *Implantable hemodynamic monitoring for heart failure patient*, „Journal of the American College of Cardiology” 2017, Nr 70(3), s. 389-398.
- [2] Albahri O.S., Albahri A.S., Mohammed K.I., Zaidan A.A. i wsp., *Systematic review of real-time remote health monitoring system in triage and priority-based sensor technology: Taxonomy, open challenges, motivation and recommendations*, „Journal of Medical Systems” 2018, Nr 42(5), s. 80.
- [3] Alrige M., Chatterjee S., *Toward a taxonomy of wearable technologies in healthcare* [w:] Donnellan B., Helfert M., Kenneally J., VanderMeer D., Rothenberger M., Winter R. (red.), *New Horizons in Design Science: Broadening the Research Agenda*. DESRIST 2015. Lecture Notes in Computer Science, Nr 9073. Springer, Cham, 2015, s. 496-504.
- [4] Chan M., Estève D., Fourniols J.-Y., Escriba C. i wsp., *Smart wearable systems: Current status and future challenges*, „Artificial Intelligence in Medicine” 2012, Nr 56, s. 137-156.
- [5] Choi W.S., Choi J.H., Oh J., Shin I.S. i wsp., *Effects of Remote Monitoring of Blood Pressure in Management of Urban Hypertensive Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis*, „Telemedicine and e-Health” 2019, [w druku, dostępny online].
- [6] Farnia T., Jaulent M.C., Steichen O., *Evaluation criteria of noninvasive telemonitoring for patients with heart failure: systematic review*, „Journal of Medical Internet Research” 2018, Nr 20(1), e16.
- [7] Hanlon P., Daines L., Campbell C., McKinstry B. i wsp., *Telehealth interventions to support self-management of long-term conditions: a systematic metareview of diabetes, heart failure, asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and cancer*, „Journal of Medical Internet Research” 2017, Nr 19(5), e172.
- [8] Hong Y., Lee S.H., *Effectiveness of tele-monitoring by patient severity and intervention type in chronic obstructive pulmonary disease patients: A systematic review and meta-analysis*, „International Journal of Nursing Studies” 2019, Nr 92, s. 1-15.
- [9] Istepanian R.S., Lacal J.C., *Emerging mobile communication technologies for health: some imperative notes on m-health*, [w:] *Proceedings of the 25 th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2003, Nr 2, s. 1414-1416.
- [10] Jeminiwa R., Hohmann L., Qian J., Garza K. i wsp., *Impact of eHealth on medication adherence among patients with asthma: A systematic review and meta-analysis*, „Respiratory Medicine” 2019, Nr 149, s. 59-68.
- [11] Jung Y., Kim J., Park D.A., *Effectiveness of Telemonitoring Intervention in Children and Adolescents with Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis*, „Journal of Korean Academy of Nursing” 2018, Nr 48(4), s. 389-406.
- [12] Kebede M.M., Zeeb H., Peters M., Heise T.L. i wsp., *Effectiveness of digital interventions for improving glycemic control in persons with poorly controlled type*

- 2 diabetes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression analysis, „Diabetes Technology & Therapeutics, 2018, Nr 20(11), s. 767-782.
- [13] Kim Y., Park J.E., Lee B.W., Jung C.H. i wsp., *Comparative effectiveness of telemonitoring versus usual care for type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis*, „Journal of Telemedicine and Telecare” 2018 [w druku].
- [14] Liu L., Stroulia E., Nikolaidis I., Miguel-Cruz A. i wsp., *Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: A systematic review*, „International Journal of Medical Informatics” 2016, Nr 91, s. 44-59.
- [15] Mshali H., Lemlouma T., Moloney M., Magoni D., *A survey on health monitoring systems for health smart homes*, „International Journal of Industrial Ergonomics” 2018, Nr 66, s. 26-56.
- [16] Pekmezaris R., Torte L., Williams M., Patel V. i wsp., *Home Telemonitoring In Heart Failure: A Systematic Review And Meta-Analysis*, „Health Affairs” 2018, Nr 37(12), s. 1983-1989.
- [17] Scholten K., Meng E., *A review of implantable biosensors for closed-loop glucose control and other drug delivery applications*, „International Journal of Pharmaceutics” 2018, Nr 544(2), s. 319-334.
- [18] Sul A.R., Lyu D.H., Park D.A., *Effectiveness of telemonitoring versus usual care for chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis*, „Journal of Telemedicine and Telecare” 2018 [w druku].
- [19] Tse G., Chan C., Gong M., Meng L. i wsp., *Telemonitoring and hemodynamic monitoring to reduce hospitalization rates in heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and real-world studies*, „Journal of Geriatric Cardiology” 2018, Nr 15(4), s. 298.
- [20] Warner I., *Telemedicine applications for home health care*, „Journal of Telemedicine and Telecare” 2017, Nr 3(Suppl 1), s. 65-66.

Streszczenie

Telemonitorowanie oznacza zastosowanie przekazu audio, wideo i innych technologii telekomunikacyjnych do monitorowania stanu pacjenta na odległość. Choroby przewlekłe są obecnie głównym obciążeniem dla systemów ochrony zdrowia w krajach rozwiniętych. Możliwość wykorzystania systemów teleinformatycznych do wsparcia pacjentów z chorobami przewlekłymi została urealniona w wyniku rozwoju technologii internetowych, a później mobilnych. Długotrwała kontrola wybranych parametrów fizjologicznych oraz wyników samooceny lub samodzielnie realizowanych przez pacjenta pomiarów jest podstawą skutecznego leczenia w wielu chorobach przewlekłych. Rozwiązania służące do telemonitorowania chorób przewlekłych opierają się zwykle na zastosowaniu urządzeń zawierających czujniki rejestrujące wybrane, istotne dla danej choroby, wskaźniki. Współczesne systemy telemonitorowania integrują przetwarzanie bez granic i technologie komunikacyjne. Wprowadzenie systemów e-zdrowia pozwalających na zdalne monitorowanie stanu zdrowia pacjenta daje szansę na usprawnienie procesu opieki, większą współpracę ze



strony pacjenta, a także w wielu przypadkach na poprawę skuteczności leczenia i ograniczenie korzystania z zasobów ochrony zdrowia.